

PROCÉDE POUR CALIBRER AU MOINS DEUX CAMÉRAS VIDÉO L'UNE PAR RAPPORT À L'AUTRE  
POUR PRISES DE VUES STÉRÉOSCOPIQUES  
ET DISPOSITIF PERMETTANT DE METTRE EN ŒUVRE LE PROCÉDE

5 La présente invention concerne les procédés pour calibrer au moins deux caméras vidéographiques, plus communément dénommées "caméras vidéo", l'une par rapport à l'autre, quand ces deux caméras sont constitutives d'un système de prise de vues stéréoscopiques d'une portion de voie apte à être parcourue par des corps ou objets de tous types, notamment pour déterminer l'état d'occupation de cette portion de  
10 voie et détecter les éventuels incidents pouvant se produire sur cette portion de voie.

Cette technique par vision stéréoscopique permet de déterminer la troisième dimension des objets, leur relief, en levant les ambiguïtés dues aux ombres, reflets, etc. qui peuvent se trouver sur ces objets, ce qui est très intéressant dans le domaine d'application au contrôle du trafic automobile, mais pas exclusivement.

15 Ces procédés trouvent une application particulièrement avantageuse pour la détection des incidents de toute nature sur des portions de voie de circulation de véhicules automobiles, ou analogues, tout en précisant qu'ils peuvent aussi être utilisés pour surveiller des portions de voies de tout autre type aptes à être parcourues par tous corps, qu'ils soient vivants, comme des piétons ou analogues circulant sur des trottoirs  
20 ou analogues, ou des objets comme des produits manufacturés placés sur des chemins de transport comme des tapis roulants, des voies de chemin de fer, ou analogues.

La présente invention concerne aussi les dispositifs permettant de mettre en œuvre les procédés pour calibrer au moins deux caméras vidéo l'une par rapport à l'autre, quand ces deux caméras entrent dans la constitution d'un système de prises de  
25 vues stéréoscopiques d'une portion de voie de toute nature.

Actuellement, pour surveiller une portion de voie, comme une voie de circulation automobile, on utilise une caméra vidéo qui filme, en continu ou non, cette portion de voie. Les images obtenues sont traitées par une technique qui est bien connue maintenant des hommes du métier et qui est dénommée "analyse d'images". Les  
30 premières techniques mises en œuvre utilisaient essentiellement une seule caméra. De nombreux documents, notamment des brevets, ont été publiés les concernant, et cette technique est d'ailleurs encore largement utilisée.

Cependant, dans le but d'affiner la surveillance des portions de voies, il a été réalisé des dispositifs comportant au moins deux caméras vidéo pour réaliser des vues  
35 stéréoscopiques, technique qui est, elle aussi, bien connue en elle-même.

Il est rappelé que cette technique consiste à utiliser au moins deux caméras qui sont pointées vers un objet à filmer avec ou sans une légère angulation entre leurs axes optiques, exactement comme les deux yeux du système optique d'un être humain. Cette technique permet d'obtenir des vues "en relief" quand elles sont regardées ou  
5 analysées selon une technique adaptée qui, étant connue en elle-même, ne sera pas rappelée ici.

Pour obtenir un couple d'images stéréoscopiques correct il faut bien entendu que les deux caméras donnent des images qui soient dimensionnées de la même façon dans le même repère, c'est-à-dire qui doivent être très similaires en dimensions et  
10 pouvoir se recaler selon la technique de stéréovision afin de faciliter la mise en œuvre de la technique de stéréovision.

Avec un appareil photographique, il a été possible de réaliser, sans trop de difficultés, des vues stéréoscopiques en utilisant par exemple le même objectif et le même plan focal de mise en mémoire des deux vues.

15 Cette technique n'est pas facilement adaptable à des caméras vidéo. Aussi faut-il faire appel à deux caméras vidéo qui sont réglées de façon particulière l'une par rapport à l'autre de façon qu'elles donnent en sortie des images très proches l'une de l'autre, pour donner l'effet stéréoscopique bien connu en lui-même. Quand un tel dispositif est prévu pour déterminer l'état d'occupation d'une voie de circulation automobile, les deux  
20 caméras sont calibrées en usine, avec par exemple des mires. Le calibrage permet de connaître la position relative des caméras ainsi que les paramètres intrinsèques de chacune. Ensuite, elles sont disposées dans un boîtier protecteur spécial qui a pour but de figer la position et l'orientation relative des caméras, qui comporte des moyens pour faire pivoter chaque caméra autour généralement de deux ou trois axes orthogonaux et  
25 éventuellement des moyens pour ajuster la distance focale de son objectif. Une fois ces réglages effectués, ils sont figés et le boîtier est transporté sur site pour y être disposé de la même façon que lors des réglages en usine.

Il faut alors espérer que tous les paramétrages ont été correctement effectués initialement car, s'il faut les retoucher lorsque le boîtier est sur site, ces retouches  
30 s'avèrent délicates, et même parfois impossibles du fait notamment de l'implantation et/ou de la situation du boîtier contenant les caméras par rapport à la portion de voie.

De toute façon, comme c'est le cas pour tout dispositif, il sera nécessaire de refaire périodiquement le calibrage des deux caméras l'une par rapport à l'autre, et la seule solution acceptable est le retour en usine pour effectuer ce nouveau réglage.

Aussi, la présente invention a-t-elle pour but de mettre en œuvre un procédé pour calibrer au moins deux caméras vidéo l'une par rapport à l'autre, quand ces deux caméras sont constitutives d'un dispositif pour prise de vues stéréoscopiques d'une portion de voie apte à être parcourue par des corps de tous types, pour surveiller l'état d'occupation de cette portion de voie et, notamment, détecter les incidents survenus sur cette portion de voie, qui soit plus simple que les procédés de l'art antérieur dans le domaine et donc plus facilement automatisable et applicable en tout lieu en permettant d'effectuer in situ un calibrage des deux caméras vidéo, à tout instant si cela s'avère nécessaire, sans par exemple devoir déposer le boîtier contenant les caméras.

La présente invention a aussi pour but de réaliser un dispositif permettant de mettre en œuvre ce dit procédé.

Plus précisément la présente invention a pour objet un procédé pour calibrer au moins deux caméras vidéo l'une par rapport à l'autre, quand ces deux caméras sont constitutives d'un dispositif pour prises de vues stéréoscopiques d'une portion de voie apte à être parcourue par des corps de tous types, pour la détection de l'état d'occupation de cette portion de voie et notamment pour la détection des incidents pouvant se produire sur cette portion de voie, caractérisé par le fait qu'il consiste :

- à disposer, en surface de la portion de voie, une pluralité de marques, ces marques étant sensiblement réparties :

- \* de façon ordonnée sur un premier groupe de première et deuxième droites virtuelles  $D_1$ ,  $D_2$  concourantes en un premier point  $P_1$ , et

- \* de façon que des points donnés appartenant respectivement aux marques de même ordonnée par rapport au premier point  $P_1$  sur ces deux première et deuxième droites virtuelles  $D_1$ ,  $D_2$ , soient situés sur un second groupe de quatrième et cinquième droites virtuelles  $D_4$ ,  $D_5$  concourantes en un deuxième point  $P_2$  non confondu avec le premier point  $P_1$ ,

- à former, avec chacune des deux caméras vidéo, une image vidéo de cette portion de voie comportant lesdites marques,

- à définir, dans chacune des deux images vidéo, un point caractéristique  $P_c$  de chaque image de marque,

- à déterminer, au moyen des points caractéristiques  $P_c$ , deux première et deuxième droites images  $D_{1i}$ ,  $D_{2i}$  et deux quatrième et cinquième droites images  $D_{4i}$ ,  $D_{5i}$ ,

- à déterminer, dans chaque image vidéo, un premier point image de concours des deux première et deuxième droites images  $D_{1i}$ ,  $D_{2i}$  et un deuxième point image de concours des deux quatrième et cinquième droites images  $D_{4i}$ ,  $D_{5i}$ , et

5 - à traiter les signaux vidéo délivrés par chaque caméra vidéo de façon que ces signaux soient représentatifs de deux images aptes à être traitées par stéréovision.

Selon une autre caractéristique du procédé selon la présente invention, ladite pluralité de marques ( $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  ;  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  ;  $M_{31}$ ,  $M_{32}$ ,  $M_{33}$ ) est au nombre d'au moins neuf, et il consiste en outre à former, dans le premier groupe de droites, une troisième droite virtuelle  $D_3$  et, dans le second groupe de droites, une sixième droite virtuelle  $D_6$ , et à déterminer, par approximation, dans chaque image vidéo, un premier point image de concours ( $P_{11i}$ ,  $P_{12i}$ ) considéré comme étant le point en lequel sont concourantes les trois première, deuxième et troisième droites images  $D_{1i}$ ,  $D_{2i}$ ,  $D_{3i}$  et un deuxième point image de concours ( $P_{21i}$ ,  $P_{22i}$ ) considéré comme étant le point en lequel sont concourantes les trois quatrième, cinquième et sixième droites images  $D_{4i}$ ,  $D_{5i}$ ,  $D_{6i}$ .

15 La présente invention a aussi pour objet un dispositif permettant de mettre en œuvre le procédé défini ci-dessus, caractérisé par le fait qu'il comporte :

- une pluralité de marques situées en surface de la portion de voie respectivement aux points d'intersection de deux groupes d'au moins deux droites virtuelles concourantes en un premier et un second points  $P_1$ ,  $P_2$ ,

20 - un support apte à être implanté en vue directe de ladite portion de voie,  
- au moins deux caméras vidéo montées sur ledit support, chaque caméra comportant chacune une sortie de signaux vidéo représentatifs des images vidéo données par ladite caméra vidéo, et

- une unité d'analyse et de traitement de signaux vidéo programmable  
25 comportant des bornes d'entrée reliées aux sorties des deux caméras vidéo.

La présente invention a aussi pour objet un dispositif permettant de mettre en œuvre le procédé défini ci-dessus, caractérisé par le fait qu'il comporte :

- une pluralité de marques situées en surface de la portion de voie respectivement aux points d'intersection de deux groupes d'au moins deux droites virtuelles concourantes en un premier et un second points  $P_1$ ,  $P_2$ ,

30 - un support apte à être implanté en vue directe de ladite portion de voie,  
- au moins deux caméras vidéo comportant chacune une sortie de signaux vidéo représentatifs des images vidéo données par ladite caméra vidéo, chaque caméra comportant un objectif à focale variable, commandable à partir d'une entrée de  
35 commande,

- des moyens commandables pour monter chacune des deux caméras vidéo en rotation par rapport audit support autour d'au moins deux axes non confondus, ces moyens étant aptes à être commandés à partir d'entrées de commande, et

- une unité d'analyse et de traitement de signaux vidéo programmable  
5 comportant des bornes d'entrée reliées aux sorties des deux caméras vidéo et des bornes de sortie reliées aux entrées de commande des moyens commandables pour monter chacune des deux caméras vidéo en rotation par rapport audit support autour d'au moins deux axes non confondus et à l'entrée de commande de l'objectif à focale variable de chaque caméra vidéo.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante donnée en regard des dessins annexés à titre illustratif mais nullement limitatif, dans lesquels :

La figure 1 illustre la première phase de mise en œuvre du procédé selon l'invention pour calibrer au moins deux caméras vidéo l'une par rapport à l'autre,  
15 consistant à apposer un nombre minimum de marques sur la portion de voie à surveiller, cette figure 1 représentant ces marques après qu'elles aient été apposées sur la portion de voie,

La figure 2 illustre la vue qui devrait être obtenue avec un appareil optique de prise de vues, comme une caméra vidéo, si cette dernière était d'une structure et d'un  
20 fonctionnement parfait et si les marques étaient rigoureusement alignées sur la portion de voie, comme il est explicité ci-après dans la description,

La figure 3 illustre une autre phase du procédé, en l'occurrence celle qui consiste à obtenir une "image traitée" à partir d'une image vidéo obtenue par une des deux caméras,

25 La figure 4 représente une forme d'une des marques sur la portion de voie, illustrant un état possible de la marque ayant subi une certaine détérioration dans le temps après qu'elle ait été apposée dans un état correct sur cette surface de la portion de voie,

La figure 5 représente, à titre d'exemple et de façon schématique, dans une  
30 même vue, trois phases du procédé selon l'invention, parmi les dernières, pour calibrer au moins deux caméras vidéo l'une par rapport, et

La figure 6 représente le schéma de principe d'un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention permettant de mettre en œuvre le procédé selon l'invention.

D'une façon générale, le procédé selon l'invention pour calibrer au moins deux  
35 caméras vidéo 1, 2 l'une par rapport à l'autre, quand ces deux caméras sont

- des moyens commandables pour monter chacune des deux caméras vidéo en rotation par rapport audit support autour d'au moins deux axes non confondus, ces moyens étant aptes à être commandés à partir d'entrées de commande, et

- une unité d'analyse et de traitement de signaux vidéo programmable  
5 comportant des bornes d'entrée reliées aux sorties des deux caméras vidéo et des bornes de sortie reliées aux entrées de commande des moyens commandables pour monter chacune des deux caméras vidéo en rotation par rapport audit support autour d'au moins deux axes non confondus et à l'entrée de commande de l'objectif à focale variable de chaque caméra vidéo.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante donnée en regard des dessins annexés à titre illustratif mais nullement limitatif, dans lesquels :

La figure 1 illustre la première phase de mise en œuvre du procédé selon l'invention pour calibrer au moins deux caméras vidéo l'une par rapport à l'autre,  
15 consistant à apposer un nombre minimum de marques sur la portion de voie à surveiller, cette figure 1 représentant ces marques après qu'elles aient été apposées sur la portion de voie,

La figure 2 illustre la vue qui devrait être obtenue avec un appareil optique de prise de vues, comme une caméra vidéo, si cette dernière était d'une structure et d'un  
20 fonctionnement parfait et si les marques étaient rigoureusement alignées sur la portion de voie, comme il est explicité ci-après dans la description,

La figure 3 illustre une autre phase du procédé, en l'occurrence celle qui consiste à obtenir une "image traitée" à partir d'une image vidéo obtenue par une des deux caméras,

25 La figure 4 représente une forme d'une des marques sur la portion de voie, illustrant un état possible de la marque ayant subi une certaine détérioration dans le temps après qu'elle ait été apposée dans un état correct sur cette surface de la portion de voie,

La figure 5 représente, à titre d'exemple et de façon schématique, dans une  
30 même vue, trois phases du procédé selon l'invention, parmi les dernières, pour calibrer au moins deux caméras vidéo l'une par rapport, et

La figure 6 représente le schéma de principe d'un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention permettant de mettre en œuvre le procédé selon l'invention.

D'une façon générale, le procédé selon l'invention pour calibrer au moins deux  
35 caméras vidéo 1, 2 l'une par rapport à l'autre, quand ces deux caméras sont

Par exemple, dans le cas d'une voie de circulation automobile ou analogue, sachant que le sol est gris ou même noir, ces marques sont par exemple des bandes blanches ou analogues, qui sont par exemple collées sur le sol, exactement comme les bandes dites "blanches" qui se trouvent sur les routes et/ou autoroutes pour  
5 matérialiser les voies de circulation ou les bandes de roulement protégées ou analogues.

Selon une caractéristique importante de l'invention, ces marques sont cependant disposées sur la portion de voie 4 en étant sensiblement réparties de façon ordonnée sur une premier groupe de première, deuxième et troisième droites virtuelles  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$   
10 concourantes en un premier point  $P_1$ , et de façon que des points donnés  $P_{d11}$ ,  $P_{d21}$ ,  $P_{d31}$  ;  $P_{d12}$ ,  $P_{d22}$ ,  $P_{d32}$  ;  $P_{d13}$ ,  $P_{d23}$ ,  $P_{d33}$  appartenant respectivement aux marques de même ordonnée par rapport au premier point  $P_1$  sur ces trois première, deuxième et troisième droites virtuelles  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ , soient situés sur un second groupe de quatrième, cinquième et sixième droites virtuelles  $D_4$ ,  $D_5$ ,  $D_6$  concourantes en un deuxième point  $P_2$   
15 non confondu avec le premier point  $P_1$ .

Il est précisé que, par marques, on entend tous signes, dessins, etc. de toute nature qui, associés au moins par deux, permettent de définir des droites.

Les deux points  $P_1$  et  $P_2$  peuvent être situés à distance finie, ou à l'infini. Cette dernière possibilité est intéressante car elle permet d'utiliser, par exemple dans le cas  
20 de la surveillance des voies de circulation automobile, les marques au sol ou lignes blanches ou jaunes qui sont normalisées rectangulaires et qui sont déjà apposées sur le sol de la voie, puisqu'elles ont, presque en tout lieu, la même longueur, la même largeur et le même espacement. Elles peuvent en plus être choisies sur des portions de voies rectilignes. La figure 1, représente, à titre d'exemple, sous forme schématique,  
25 une portion de voie 4, en surface 5 de laquelle sont placées neuf marques à l'intersection de deux groupes de trois droites virtuelles.

Mais il est bien évident que des marques pourraient être spécialement placées sur une voie de quelque nature que ce soit, de façon que les deux points  $P_1$  et  $P_2$  soient à des distances finies.

Pour la compréhension de la présente description, chaque marque est ordonnée sur les droites  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ , c'est-à-dire affectée d'un numéro d'ordre à partir du premier point  $P_1$ . Par exemple, la première marque  $M_{11}$  est affectée du numéro "1" sur la première droite  $D_1$ , la deuxième  $M_{12}$  est affectée du numéro "2" sur cette même droite  $D_1$ , et ainsi de suite, en précisant qu'il en est de même pour les marques sur les deux  
35 autres droites  $D_2$  et  $D_3$ .

De ce fait, selon la caractéristique de l'invention énoncée ci-dessus, toutes les marques ayant le même numéro d'ordre sur les droites  $D_1, D_2, D_3$  sont respectivement situées sur les droites  $D_4, D_5, D_6$  qui se coupent sur le second point  $P_2$ .

Quant aux points donnés  $P_{d11}, P_{d12}, P_{d13}; P_{d21}, P_{d22}, P_{d23}; P_{d31}, P_{d32}, P_{d33}$  des marques tels que définis ci-dessus, ils peuvent être choisis de différentes façons. Par exemple, lorsque les marques sont de forme sensiblement rectangulaire, ce qui est le cas le plus général dans le cas des voies de circulation automobile, ces points donnés peuvent être, soit les points d'intersection des diagonales des marques, soit l'un des sommets des rectangles, etc..

Le procédé consiste ensuite, à quelque instant que ce soit après que la première phase ci-dessus ait été accomplie, à former, avec chacune des deux caméras vidéo, une image vidéo, fixe ou filmée, de la portion de voie 4 comportant les marques  $M_{11}, M_{12}, M_{13}; M_{21}, M_{22}, M_{23}; M_{31}, M_{32}, M_{33}$ . Une telle image de cette voie est, à titre d'exemple, illustrée sur la figure 2.

Sur cette vue, les images des droites virtuelles  $D_1, D_2, D_3$ , et  $D_4, D_5, D_6$ , sont représentées se coupant en des points situés à distances finies car il est bien évident que les caméras sont disposées comme illustré sur la figure 6 en vue directe de la portion de voie 4 de façon que leurs axes optiques forment une direction oblique par rapport à la surface 5 de la portion de voie 4. Par un effet de perspective, aux points objets  $P_1$  et  $P_2$  situés à l'infini comme représenté sur la figure 1, correspondent les points images  $P_{1i}$  et  $P_{2i}$  à distances finies. Quant aux marques objets rectangulaires  $M_{11}, M_{12}, M_{13}; M_{21}, M_{22}, M_{23}; M_{31}, M_{32}, M_{33}$  selon la figure 1, correspondent les marques images, en forme de quadrilatères quelconques,  $M_{11i}, M_{12i}, M_{13i}; M_{21i}, M_{22i}, M_{23i}; M_{31i}, M_{32i}, M_{33i}$ .

Le procédé consiste ensuite à définir, dans l'image vidéo donnée par chaque caméra, un point caractéristique  $P_c$  (figure 4), soit, pour l'ensemble des images de marques, les points caractéristiques  $P_{c11}, P_{c12}, P_{c13}; P_{c21}, P_{c22}, P_{c23}; P_{c31}, P_{c32}, P_{c33}$ .

Il est possible de déterminer le point caractéristique  $P_c$  de chaque image de marque de différentes façons. Par exemple, il est possible d'utiliser l'intersection d'au moins deux droites reliant respectivement deux par deux quatre points non confondus de l'image de marque, par exemple les diagonales du quadrilatère qui est l'image de la marque rectangulaire.

Cependant, dans une mise en œuvre avantageuse du procédé dans le cas de la surveillance d'une voie de circulation automobile, comme les marques au sol  $M$  peuvent subir dans le temps des dégradations comme celles données à titre d'exemple sur la



figure 4, et ne plus représenter une forme rectangulaire parfaite, le point caractéristique  $P_c$  sera alors défini, par exemple, par le barycentre de la teinte de l'image des marques, ou par le centre de gravité de la surface totale de l'image de marque, etc..

5 Ces points caractéristiques  $P_{c11}, P_{c12}, P_{c13} ; P_{c21}, P_{c22}, P_{c23} ; P_{c31}, P_{c32}, P_{c33}$  étant définis, le procédé consiste alors à déterminer, au moyen de ces points caractéristiques  $P_c$ , trois première, deuxième et troisième droites images  $D_{1i}, D_{2i}, D_{3i}$  et trois quatrième, cinquième et sixième droites images  $D_{4i}, D_{5i}, D_{6i}$ , qui correspondent en quelque sorte aux images des droites virtuelles respectivement  $D_1, D_2, D_3$ , et  $D_4, D_5, D_6$ .

10 Cependant, comme illustré sur la figure 3, ces droites  $D_{1i}, D_{2i}, D_{3i}$  d'une part et  $D_{4i}, D_{5i}, D_{6i}$  d'autre part ne sont pas en général concourantes en un même point car les points caractéristiques  $P_{c11}, P_{c12}, P_{c13} ; P_{c21}, P_{c22}, P_{c23} ; P_{c31}, P_{c32}, P_{c33}$  peuvent ne pas être parfaitement alignés trois à trois, par exemple à cause d'incertitudes dans l'analyse des images, de la mauvaise qualité des images de marques due à une trop grande détérioration de ces marques, des conditions atmosphériques, etc..

15 Aussi, le procédé consiste-t-il, à partir de ces deux groupes de droites images virtuelles, respectivement  $D_{1i}, D_{2i}, D_{3i}$  et  $D_{4i}, D_{5i}, D_{6i}$ , à déterminer, par approximation, dans chaque image vidéo, un premier point image de concours  $P_{11i}, P_{112}$  considéré comme étant le point en lequel sont présumées concourantes les trois première, deuxième et troisième droites images  $D_{1i}, D_{2i}, D_{3i}$  et un deuxième point image de concours  $P_{21i}, P_{212}$  considéré comme étant le point en lequel sont concourantes les trois quatrième, cinquième et sixième droites images  $D_{4i}, D_{5i}, D_{6i}$ .

20 Cependant, dans un mode de mise en œuvre possible du procédé selon l'invention, l'étape ci-dessus consiste à repositionner, dans les images vidéo, les deux groupes de trois droites, d'une part  $D_{1i}, D_{2i}, D_{3i}$  et d'autre part  $D_{4i}, D_{5i}, D_{6i}$ , de telle sorte qu'elles se coupent en un point unique, ces points de concours déterminant les points images de concours  $P_{11i}, P_{112}$  et  $P_{21i}, P_{212}$ .

30 Ainsi, les deux caméras délivrent respectivement des signaux vidéo représentatifs de ces images vidéo avec les premiers points images de concours  $P_{11i}, P_{112}$  et les deuxièmes points images de concours  $P_{21i}, P_{212}$ . Ces signaux vidéo sont en fait représentatifs de la mire constituée par les marques  $M_{11}, M_{12}, M_{13} ; M_{21}, M_{22}, M_{23} ; M_{31}, M_{32}, M_{33}$ .

35 Ces signaux vidéo délivrés par chaque caméra peuvent être traités pour que, combinés entre eux, ils forment, par exemple par recalage, deux images aptes à former une image vidéo stéréoscopique selon la technique connue dans ce domaine, comme rappelé auparavant.

D'une façon préférentielle, dans une première mise en œuvre de cette dernière étape du procédé, les signaux vidéo sont traités de façon informatique, ce qui est en fait une mise en œuvre peu onéreuse. Une telle opération se fait avec une unité de traitement de signaux vidéo programmable, par exemple du type à microprocesseur, comportant des bornes d'entrée reliées aux sorties 12, 13 des deux caméras vidéo 1, 2, par exemple comme illustré sur la figure 5.

L'élaboration d'un tel programme pour cette unité de traitement est du domaine de l'homme du métier et, comme elle n'entre pas dans le cadre de l'invention, elle ne sera pas décrite ici.

Cependant, il est aussi possible de mettre en œuvre cette dernière étape du procédé, non pas de façon informatique, mais d'une façon électro-mécanique.

Cette seconde mise en œuvre de la dernière étape du procédé est décrite ci-après car, même si elle n'est pas celle qui est préférée car relativement onéreuse puisque demandant de nombreux moyens spécifiques, elle permet néanmoins d'explicitier de façon encore plus compréhensible cette dernière étape du procédé et notamment sa première mise en œuvre définie ci-dessus.

Dans cette seconde mise en œuvre de la dernière étape, le procédé consiste à régler les deux caméras vidéo l'une par rapport à l'autre jusqu'à ce que, en recalant les deux images vidéo données par ces deux caméras vidéo, les deux premier et deuxième points images de concours  $P_{111}$ ,  $P_{211}$  d'une image vidéo soient à une distance donnée respectivement des deux premier et deuxième points images de concours  $P_{112}$ ,  $P_{212}$  de l'autre image vidéo, cette distance étant facilement déterminable par un homme du métier pour donner un effet stéréoscopique.

Cette distance peut même, dans certains cas, avoir une valeur nulle. Par exemple, dans le cas de l'application à la surveillance d'une portion de voie de circulation automobile, les objets à filmer en stéréoscopie se trouvent situés entre la surface 5 de cette portion de voie 4 et les objectifs des caméras et, de ce fait, le décalage entre les images prises par les deux caméras vidéo permet à lui seul d'obtenir l'effet stéréoscopique.

Le réglage des caméras l'une par rapport à l'autre peut être obtenu en modifiant par exemple l'un des paramètres suivants de chaque caméra vidéo : son site, son azimut, et/ou son tangage, son champ optique de vision par exemple avantageusement en réglant la distance focale de l'objectif de la caméra, sa résolution.

La figure 5 illustre de façon schématique un exemple de réglage des deux caméras comme mentionné ci-dessus. Le cadre sur cette figure 5 peut représenter

l'écran 28 d'un moniteur vidéo 26, comme schématiquement illustré sur la figure 6, sur lequel sont superposées les deux images délivrées par les deux caméras après leur traitement comme mentionné ci-dessus. Dans ce cadre, il apparaît le premier couple de points  $P_{111}$  et  $P_{211}$  définis par l'image donnée par la première caméra 1, et le second couple de points  $P_{112}$  et  $P_{212}$  définis par l'image donnée par la seconde caméra 2. Dans cet exemple, les points  $P_{112}$  et  $P_{212}$  du second couple (représentés en gros points noirs) sont, d'une part non confondus avec les points  $P_{111}$  et  $P_{211}$  du premier couple, et d'autre part à une distance l'un de l'autre supérieure à la distance séparant les points de ce premier couple.

Dans ce cas, le réglage des deux caméras vidéo s'effectuera par exemple de la façon suivante : tout d'abord, diminution du champ optique de la seconde caméra 2 de façon à rapprocher les points  $P_{112}$  et  $P_{212}$  l'un de l'autre selon les flèches  $f_1$  jusqu'à ce que la distance les séparant soit sensiblement égale à celle séparant les points  $P_{111}$  et  $P_{211}$  (les points  $P_{112}$  et  $P_{212}$  dans cette position sont représentés par des petits cercles), puis cette seconde caméra est pivotée autour d'un axe vertical de façon que ces mêmes points  $P_{112}$  et  $P_{212}$  soient déplacés suivant la flèche  $f_2$  jusqu'à ce qu'ils viennent en regard des points  $P_{111}$  et  $P_{211}$  (les points  $P_{112}$  et  $P_{212}$  dans cette position sont représentés par des signes "+"), et enfin cette même seconde caméra sera pivotée autour d'un axe horizontal de façon que les points  $P_{112}$  et  $P_{212}$  soient déplacés suivant la flèche  $f_3$  jusqu'à ce qu'ils viennent se superposer, ou sensiblement se superposer, aux deux points  $P_{111}$  et  $P_{211}$ .

Il est alors certain que les deux images données par les deux caméras peuvent être utilisées pour surveiller l'état d'occupation d'une voie de circulation, par exemple automobile, selon des techniques de stéréovision connues de l'art antérieur.

Le réglage, ou calibrage, des caméras est alors terminé. Dans l'exemple donné ci-dessus, seuls les paramètres de la caméra 2 ont été modifiés. Mais le même résultat aurait pu être obtenu en modifiant uniquement les paramètres de la caméra 1, ou en modifiant simultanément les paramètres des deux caméras 1 et 2.

Le procédé décrit ci-dessus est facilement mis en œuvre avec un dispositif dont un mode de réalisation est schématiquement illustré sur la figure 6, piloté au moyen d'un logiciel dont l'élaboration est du domaine de l'homme du métier connaissant la description des différentes étapes du procédé donnée ci-dessus.

Ce dispositif comporte, d'une façon générale, une pluralité de marques situées en surface 5 de la portion de voie 4 à surveiller, correspondant respectivement aux

intersections de deux groupes d'au moins deux droites virtuelles concourantes en un premier et un second points  $P_1$ ,  $P_2$ , un support 11 apte à être implanté en vue directe de la portion de voie 4, au moins deux caméras vidéo 1, 2 montées sur le support comportant chacune une sortie 12, 13 de signaux vidéo représentatifs des images vidéo  
5 données par cette caméra vidéo, et une unité d'analyse et de traitement de signaux vidéo programmable 25 comportant des bornes d'entrée reliées aux sorties 12, 13 des deux caméras vidéo.

Dans le mode de réalisation tel qu'illustré sur le figure 6, le dispositif comporte neuf marques  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  ;  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  ;  $M_{31}$ ,  $M_{32}$ ,  $M_{33}$  situées sur trois droites  
10 virtuelles concourantes en un premier et un second points  $P_1$ ,  $P_2$ , un support 11 apte à être implanté en vue directe de la portion de voie 4, au moins deux caméras vidéo 1, 2 comportant chacune une sortie 12, 13 de signaux vidéo représentatifs des images vidéo données par cette caméra vidéo, chaque caméra comportant un objectif à focale variable 14, 15 commandable à partir d'une entrée de commande 16, 17, des moyens  
15 commandables 18, 19, par exemple du type "montage à la cardan", pour monter chacune des deux caméras vidéo en rotation par rapport au support 11 autour d'au moins deux axes non confondus chacun couplé par exemple à un moteur d'entraînement, ces moyens 18, 19 étant aptes à être commandés à partir d'entrées de commande 20, 21, et une unité d'analyse et de traitement de signaux vidéo  
20 programmable 25, par exemple du type à microprocesseur ou analogue, comportant des bornes d'entrée reliées aux sorties 12, 13 des deux caméras vidéo 1, 2 et des bornes de sortie reliées aux entrées de commande 20, 21 des moyens commandables 18, 19 pour monter chacune des deux caméras vidéo en rotation par rapport au support 11 autour d'au moins deux axes non confondus, et aux entrées de commande 16, 17 de  
25 l'objectif à focale variable 14, 15 de chaque caméra vidéo, cette unité d'analyse et de traitement de signaux vidéo programmable 25 comportant une entrée de programmation 27 de façon à pouvoir charger le logiciel d'analyse et de traitement mentionné ci-dessus.

## REVENDICATIONS

1. Procédé pour calibrer au moins deux caméras vidéo (1, 2) l'une par rapport à l'autre, quand ces deux caméras sont constitutives d'un dispositif pour prises de vues stéréoscopiques (3) d'une portion de voie (4) apte à être parcourue par des corps de tous types, pour la détection de l'état d'occupation de cette portion de voie et notamment pour la détection des incidents pouvant se produire sur cette portion de voie, caractérisé par le fait qu'il consiste :

- à disposer, en surface (5) de la portion de voie (4), une pluralité de marques, ces marques étant sensiblement réparties :

\* de façon ordonnée sur un premier groupe de première et deuxième droites virtuelles  $D_1$ ,  $D_2$  concourantes en un premier point  $P_1$ , et

\* de façon que des points donnés appartenant respectivement aux marques de même ordonnée par rapport au premier point  $P_1$  sur ces deux première et deuxième droites virtuelles  $D_1$ ,  $D_2$ , soient situés sur un second groupe de quatrième et cinquième droites virtuelles  $D_4$ ,  $D_5$  concourantes en un deuxième point  $P_2$  non confondu avec le premier point  $P_1$ ,

- à former, avec chacune des deux caméras vidéo, une image vidéo de cette portion de voie (4) comportant lesdites marques,

- à définir, dans chacune des deux images vidéo, un point caractéristique  $P_c$  de chaque image de marque,

- à déterminer, au moyen des points caractéristiques  $P_c$ , deux première et deuxième droites images  $D_{1i}$ ,  $D_{2i}$  et deux quatrième et cinquième droites images  $D_{4i}$ ,  $D_{5i}$ ,

- à déterminer, dans chaque image vidéo, un premier point image de concours des deux première et deuxième droites images  $D_{1i}$ ,  $D_{2i}$  et un deuxième point image de concours des deux quatrième et cinquième droites images  $D_{4i}$ ,  $D_{5i}$ , et

- à traiter les signaux vidéo délivrés par chaque caméra vidéo de façon que ces signaux soient représentatifs de deux images aptes à être traité par stéréovision.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ladite pluralité de marques ( $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  ;  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  ;  $M_{31}$ ,  $M_{32}$ ,  $M_{33}$ ) est au nombre d'au moins neuf, et qu'il consiste en outre à former, dans le premier groupe de droites, une troisième droite virtuelle  $D_3$  et, dans le second groupe de droites, une sixième droite virtuelle  $D_6$ , et à déterminer, par approximation, dans chaque image vidéo, un premier point image

de concours ( $P_{111}$ ,  $P_{112}$ ) considéré comme étant le point en lequel sont concourantes les trois première, deuxième et troisième droites images  $D_{1i}$ ,  $D_{2i}$ ,  $D_{3i}$  et un deuxième point image de concours ( $P_{211}$ ,  $P_{212}$ ) considéré comme étant le point en lequel sont concourantes les trois quatrième, cinquième et sixième droites images  $D_{4i}$ ,  $D_{5i}$ ,  $D_{6i}$ .

5

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que le traitement des signaux vidéo délivrés par chaque caméra vidéo de façon que ces signaux soient représentatifs de deux images aptes à former une image vidéo stéréoscopique est effectué de façon informatique.

10

4. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que le traitement des signaux vidéo délivrés par chaque caméra vidéo de façon que ces signaux soient représentatifs de deux images aptes à former une image vidéo stéréoscopique consiste à régler les deux caméras vidéo l'une par rapport à l'autre jusqu'à ce que, en superposant sensiblement les deux images vidéo données par ces deux caméras vidéo, les deux premier et deuxième points images de concours ( $P_{111}$ ,  $P_{211}$ ) d'une image vidéo soient à une distance déterminée des deux premier et deuxième points images de concours ( $P_{112}$ ,  $P_{212}$ ) de l'autre image vidéo, pour obtenir un effet stéréographique.

20

5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait qu'il consiste à définir les trois première, deuxième et troisième droites virtuelles  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  de façon que le premier point  $P_1$  soit situé à l'infini.

25

6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé par le fait qu'il consiste à définir les trois quatrième, cinquième et sixième droites virtuelles  $D_4$ ,  $D_5$ ,  $D_6$ , de façon que le second point  $P_2$  soit situé à l'infini.

30

7. Procédé selon les revendications 2 à 6, caractérisé par le fait qu'il consiste à repositionner, dans les images vidéo, les deux groupes de trois droites, d'une part  $D_{1i}$ ,  $D_{2i}$ ,  $D_{3i}$  et d'autre part  $D_{4i}$ ,  $D_{5i}$ ,  $D_{6i}$ , de telle sorte qu'elles se coupent en un point unique, ces points de concours déterminant lesdits points images de concours ( $P_{111}$ ,  $P_{112}$ ) et ( $P_{211}$ ,  $P_{212}$ ).

8. Procédé selon les revendications 2 à 7, caractérisé par le fait qu'il consiste à définir lesdites marques de façon qu'elles soient sensiblement identiques les unes aux autres.

5 9. Procédé selon la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il consiste à répartir lesdites marques ( $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  ;  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  ;  $M_{31}$ ,  $M_{32}$ ,  $M_{33}$ ) de façon qu'elles soient situées sur au moins l'un des premier et second groupe de droites virtuelles  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  et  $D_4$ ,  $D_5$ ,  $D_6$ , à égale distance les unes des autres.

10 10. Procédé selon l'une des revendications 4 à 9, caractérisé par le fait qu'il consiste à régler chaque caméra vidéo (1, 2) en modifiant au moins l'un de ses paramètres suivants : son site, son azimut, son champ optique de vision, sa résolution.

15 11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait qu'il consiste à déterminer le point caractéristique  $P_c$  de chaque image de marque, en utilisant au moins l'un des paramètres suivants : intersection d'au moins deux droites reliant respectivement deux par deux quatre points non confondus de l'image de marque, barycentre de la teinte de l'image de marque, centre de gravité de la surface totale de l'image de marque.

20 12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait qu'il consiste, lorsque lesdites marques sont de forme sensiblement rectangulaire, à déterminer le point donné ( $P_{d11}$ ,  $P_{d12}$ ,  $P_{d13}$  ;  $P_{d21}$ ,  $P_{d22}$ ,  $P_{d23}$  ;  $P_{d31}$ ,  $P_{d32}$ ,  $P_{d33}$ ) par au moins l'un des points suivants : le point d'intersection des deux diagonales du rectangle de chaque marque, un des sommets du rectangle.

25 13. Dispositif permettant de mettre en œuvre le procédé selon la revendication 3, caractérisé par le fait qu'il comporte :

30 - une pluralité de marques ( $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  ;  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  ;  $M_{31}$ ,  $M_{32}$ ,  $M_{33}$ ) situées en surface (5) de la portion de voie (4) respectivement aux points d'intersection de deux groupes d'au moins deux droites virtuelles concourantes en un premier et un second points  $P_1$ ,  $P_2$ ,

- un support (11) apte à être implanté en vue directe de ladite portion de voie,

- au moins deux caméras vidéo (1, 2) montées sur ledit support, chaque caméra comportant chacune une sortie (12, 13) de signaux vidéo représentatifs des images vidéo données par ladite caméra vidéo, et

5       - une unité d'analyse et de traitement de signaux vidéo programmable (25) comportant des bornes d'entrée reliées aux sorties (12, 13) des deux caméras vidéo.

14. Dispositif permettant de mettre en œuvre le procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'il comporte :

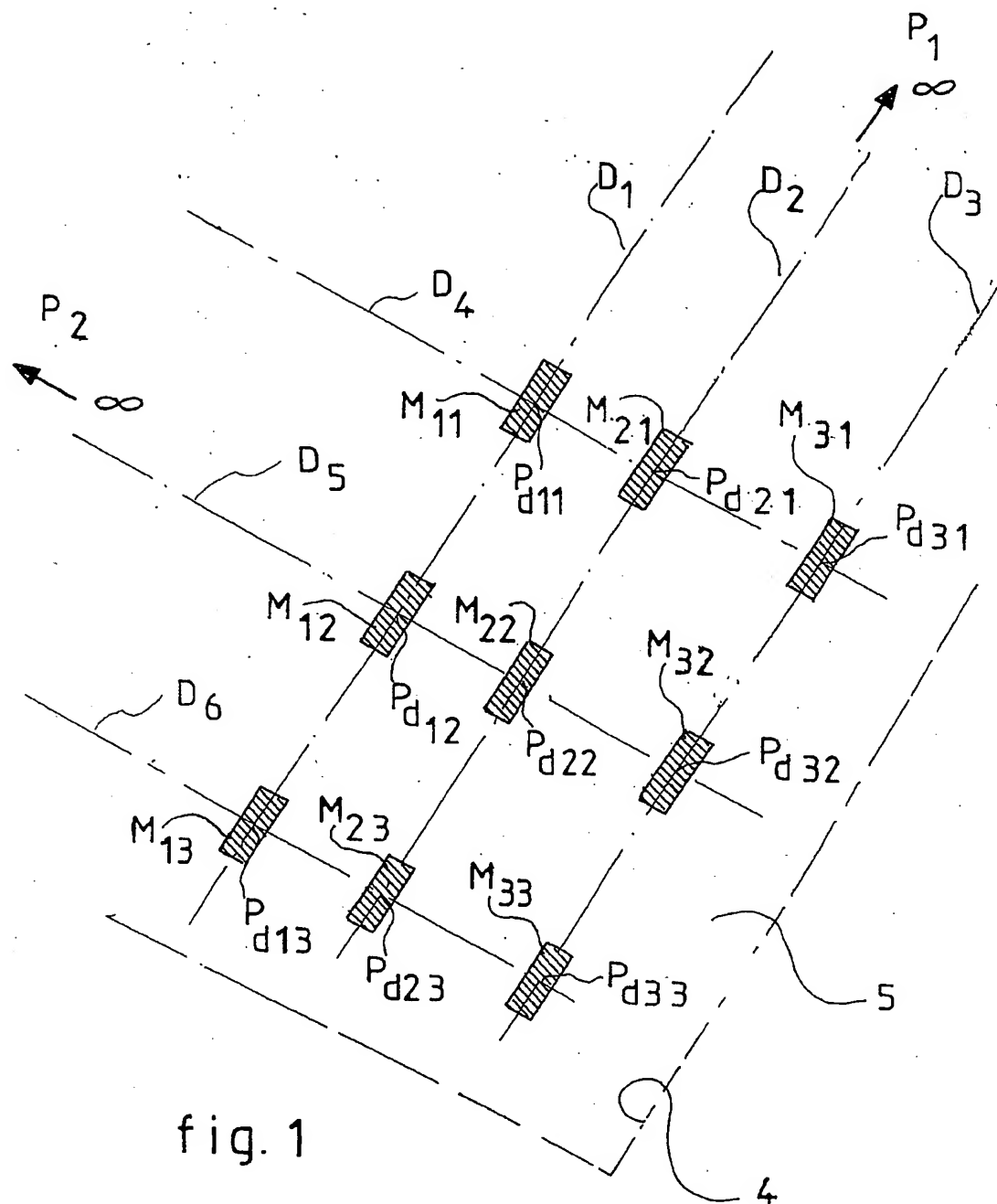
10       - une pluralité de marques ( $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  ;  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  ;  $M_{31}$ ,  $M_{32}$ ,  $M_{33}$ ) situées en surface (5) de la portion de voie (4) respectivement aux points d'intersection de deux groupes d'au moins deux droites virtuelles concourantes en un premier et un second points  $P_1$ ,  $P_2$ ,

15       - un support (11) apte à être implanté en vue directe de ladite portion de voie (4),  
      - au moins deux caméras vidéo (1, 2) comportant chacune une sortie (12, 13) de signaux vidéo représentatifs des images vidéo données par ladite caméra vidéo, chaque caméra comportant un objectif à focale variable (14, 15) commandable à partir d'une entrée de commande (16, 17)

20       - des moyens commandables (18, 19) pour monter chacune des deux caméras vidéo en rotation par rapport audit support (11) autour d'au moins deux axes non confondus, ces moyens étant aptes à être commandés à partir d'entrées de commande (20, 21), et

25       - une unité d'analyse et de traitement de signaux vidéo programmable (25) comportant des bornes d'entrée reliées aux sorties (12, 13) des deux caméras vidéo (1, 2) et des bornes de sortie reliées aux entrées de commande (20, 21) des moyens commandables (18, 19) pour monter chacune des deux caméras vidéo en rotation par rapport audit support (11) autour d'au moins deux axes non confondus et aux entrées de commande (16, 17) de l'objectif à focale variable (14, 15) de chaque caméra vidéo.



$$7/4$$


2 / 4

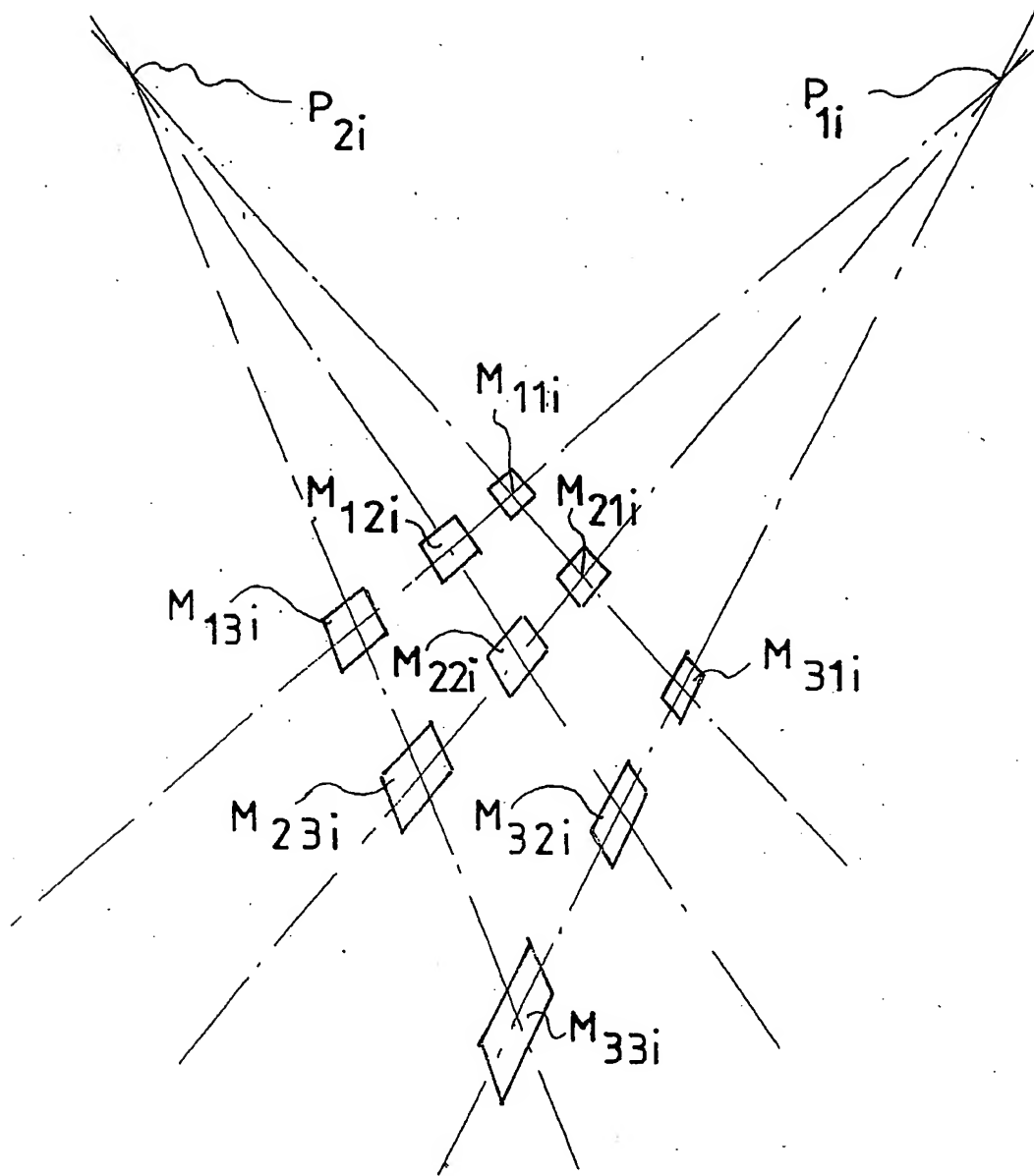
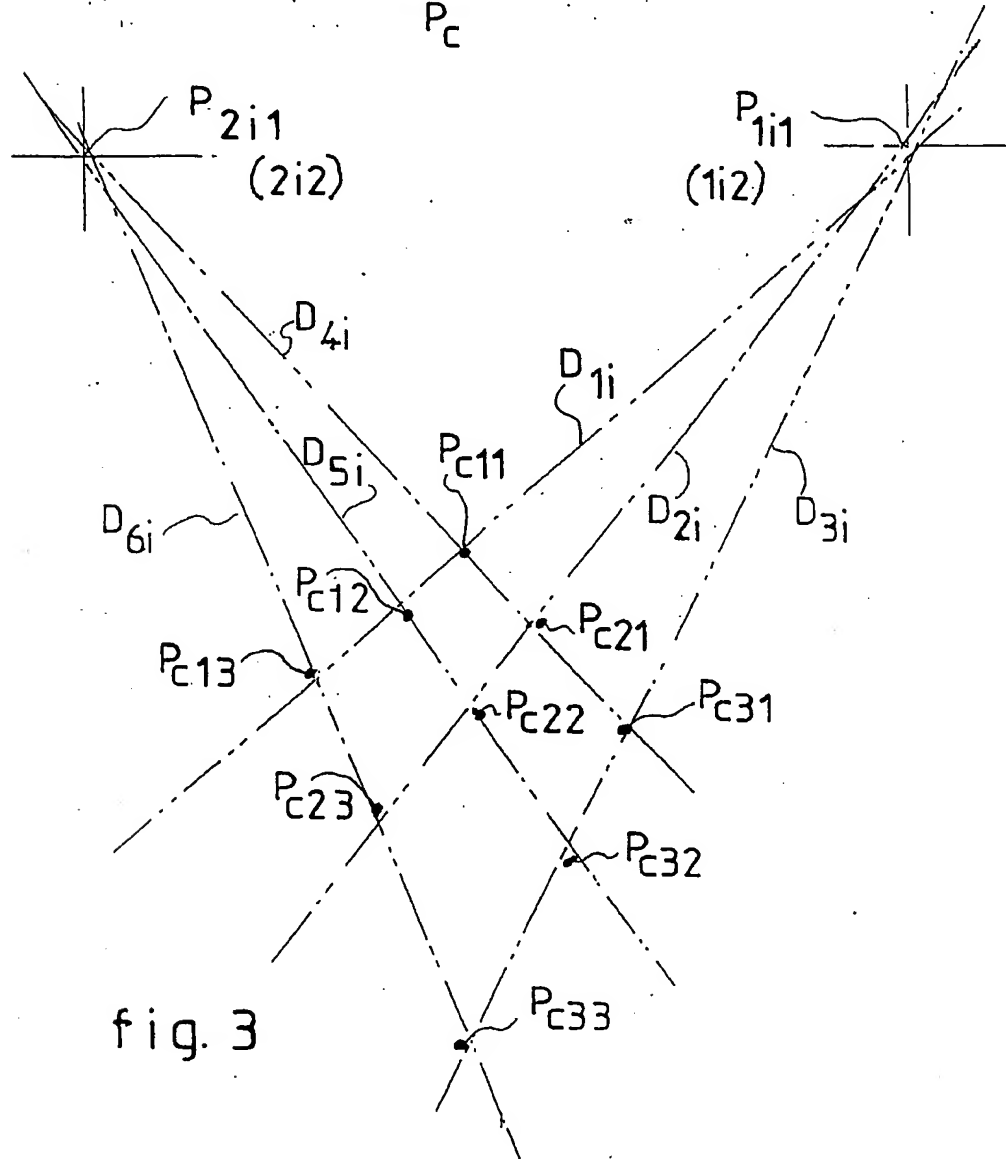
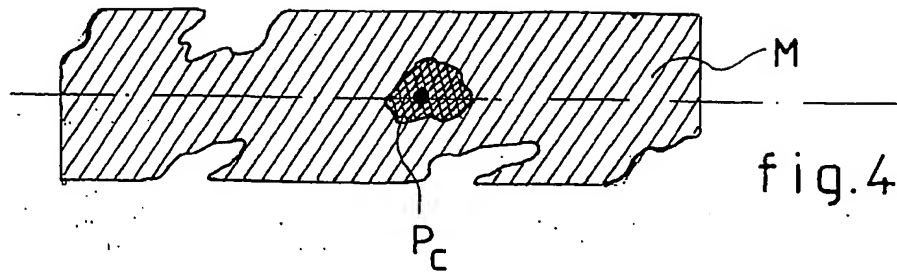


fig.2

3/4



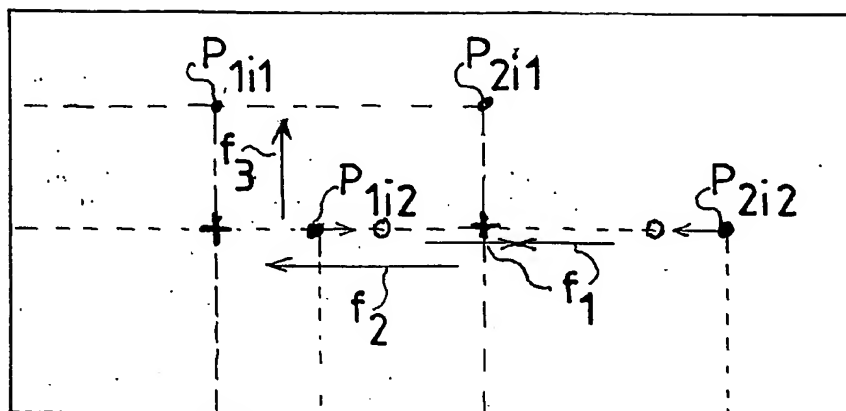
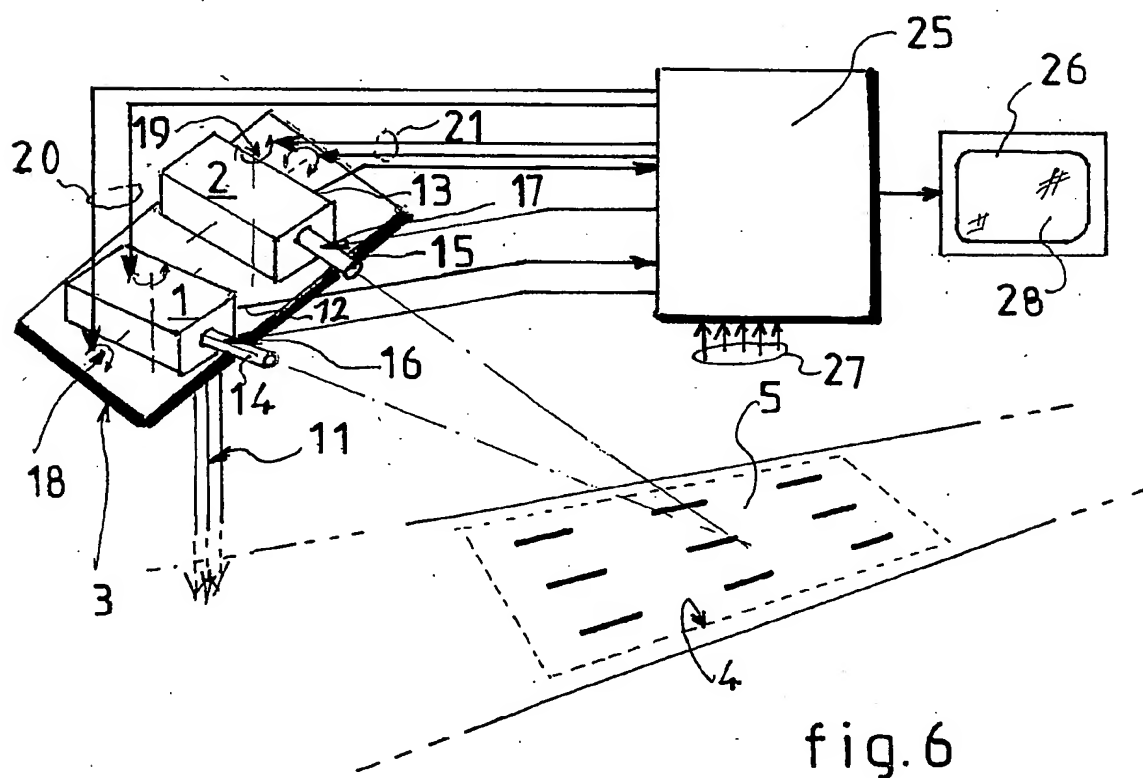


fig. 5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/001824

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H04N13/00 H04N13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02/50770 A (BOSCH GMBH ROBERT ;BOECKLER JUERGEN (DE)) 27 June 2002 (2002-06-27) page 4, line 1 - line 20 page 21, line 19 - line 28	1, 13, 14
A	EP 1 089 054 A (FUJI HEAVY IND LTD) 4 April 2001 (2001-04-04) column 2, line 26 - line 45 column 3, line 34 - line 37	1, 13, 14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 November 2004

Date of mailing of the international search report

26/11/2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bequet, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/001824

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 0250770	A	27-06-2002	DE	10063756 A1	04-07-2002
			WO	0250770 A1	27-06-2002
			EP	1352363 A1	15-10-2003
EP 1089054	A	04-04-2001	JP	3565749 B2	15-09-2004
			JP	2001091984 A	06-04-2001
			EP	1089054 A2	04-04-2001

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No  
PCT/FR2004/001824

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H04N13/00 H04N13/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H04N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 02/50770 A (BOSCH GMBH ROBERT ;BOECKLER JUERGEN (DE)) 27 juin 2002 (2002-06-27) page 4, ligne 1 - ligne 20 page 21, ligne 19 - ligne 28	1, 13, 14
A	EP 1 089 054 A (FUJI HEAVY IND LTD) 4 avril 2001 (2001-04-04) colonne 2, ligne 26 - ligne 45 colonne 3, ligne 34 - ligne 37	1, 13, 14

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

19 novembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

26/11/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Bequet, T

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/001824

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0250770	A	27-06-2002	DE 10063756 A1	04-07-2002
			WO 0250770 A1	27-06-2002
			EP 1352363 A1	15-10-2003
EP 1089054	A	04-04-2001	JP 3565749 B2	15-09-2004
			JP 2001091984 A	06-04-2001
			EP 1089054 A2	04-04-2001